

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1938

N°

174

THÈSE
POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE
(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Charles FRANÇOIS

Né le 2 Décembre 1909, à Vrine-aux-Bois (Ardennes)

LES
NOUVELLES MÉTHODES D'ANESTHÉSIE
PAR INHALATION

Président de Thèse : M. MATHIEU, Professeur

PARIS
LIBRAIRIE LE FRANÇOIS
91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

1938

ANNÉE 1938

N°

THÈSE
POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE
(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Charles FRANÇOIS

Né le 2 Décembre 1909, à Vrigne-aux-Bois (Ardennes)

LES
NOUVELLES MÉTHODES D'ANESTHÉSIE
PAR INHALATION

Président de Thèse : M. MATHIEU, Professeur

PARIS
LIBRAIRIE LE FRANÇOIS
91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

—
1938

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	R. JUVIÈRE.
Physiologie	LÉON BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	POLONOVSKI
Bactériologie	ROBERT DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générale....	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	ABRAMI
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	N.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée....	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.	CHIRAY.
Clinique médicale	LOEPER
	CARNOT.
	CLERC.
	MARCEL LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants	NOBECOURT.
Clinique des maladies mentales et des ma-	
ladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
Clinique chirurgicale	CUNEO
	GOSSET
	GREGOIRE
Clinique ophtalmologique	ENCERMANT.
Clinique urologique	TERRIEN.
	MARION.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	LEVY-SOLAL.
Clinique chirurgicale infantile et ortho-	MOCQUOI.
pédie	
Clinique thérapeutique médicale	OMBREDANNE.
Clinique oto-rhino-laryngologique	RATHERY.
Clinique thérapeutique chirurgicale	LEMAITRE.
Clinique propédeutique	PIERRE DUVAL.
Clinique de la Tuberculose	Maurice VILLARET.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'a-	EEZANÇON.
dulte	
Clinique cardiologique	MATHIEU.
Clinique d'Assistance Médico-Sociale	LAUBRY.
	CROUZON.
	HOVELACQUE
Professeurs sans chaire	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.



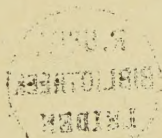
II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

	MM.		MM.
Pathologie médicale.....	ABRAMI	Pathologie chirurgicale..	MENEGAUX
Pathologie chirurgicale..	AMELINE.	Obstétrique	LANTUÉJOUL.
Pathologie médicale	BARIETY.	Pathologie médicale.....	LAROCHE GUY.
Pathologie médicale.....	BÉNARD HENRI.	Pathologie médicale	LELONG.
Pathologie médicale.....	BERNARD ETIENNE.	Pathologie expérimentale	LEMAIRE.
Hydrologie.....	BESANÇON JUSTIN.	Pathologie chirurgicale..	LEVEUF.
Pathologie médicale.....	BOULIN.	Pharmacologie	Mlle J. LEVY.
Histologie	BULLIARD.	Neurologie et Psychiatrie	LEVY-VALENSI.
Pathologie médicale.....	CATHALA.	Pathologie médicale.....	MOREAU.
Pathologie médicale.....	CHEVALLIER.	Pathologie chirurgicale..	MOULONGUET.
Pathologie médicale	COSTE.	Pathologie médicale.....	MOLLARET
Physique	DOGNON.	Pathologie médicale.....	MOUQUIN.
Urologie	FEY.	Anatomie pathologique..	OBERLING.
Parasitologie	GALLIARD.	Pathologie chirurgicale..	PETIT-UTZILLIS.
Bactériologie	GASTINEL.	Médecine légale.....	PIÉDELIEVRE.
Pathologie chirurgicale..	DE GAUDART D'ALLAINES.	Obstétrique	PORTES.
Physiologie	GAYET.	Ophtalmologie	RENARD.
Pathologie médicale.....	DE GENNES.	Physiologie	RICHET.
Histologie	GIROUD.	Chimie biologique.....	SANNIÉ.
Pathologie médicale.....	HAGUENAU.	Pathologie chirurgicale..	SÈNÈQUE.
Oto-rhino-laryngologie ..	HALPHEN.	Pathologie expérimentale	TRCISIER.
Pharmacologie	HAZARD.	Pathologie médicale.....	TURPIN.
Anatomie pathologique..	HUGUENIN.	Obstétrique	VIGNES.
Hygiène	JOANNON.	Pathologie chirurgicale..	WILMOTH.
Obstétrique	LACOMME.		

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

POUR LE SERVICE DES EXAMENS

	MM.		MM.
Pathologie chirurgicale..	ALGLAVE.	Pathologie chirurgicale..	LARDENNOIS.
Pharmacologie	BUSQUET.	Anatomie pathologique..	LEROUX.
Physiologie	CHAILLEY-BERT.	Obstétrique	VAUDESCAL.



IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

MM.		MM.	
ALAJOUANINE.	} Clinique médicale	BASSET.	} Clinique chirurgicale
AUBERTIN.		BROCQ.	
BRULÉ.		CADENAT.	
CHABROL.		GATELLIER.	
DONZELOT.		MOURE.	
DUVOIR.		QUENU.	
LIAN.		SCHWARTZ.	
PASTEUR-VALLERY- RADOT.		VELTER.	
SEZARY.			
MM.	} Clinique obstétricale..		
ÉCALLE			
METZGER.			

V. — CHARGÉS DE COURS

	MM.
Education physique.....	CHAILLEY-BERT, agrégé.
Radiologie clinique.....	LEDoux-LEBARD.
Puériculture	WEIL-HALLÉ.
Stomatologie.....	RUPPE.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PERE ET A MA MERE

*En faible témoignage de mon
profond amour filial et de
mon infinie reconnaissance.*

A MA FEMME

*En gage de ma tendre affec-
tion.*

A NOTRE PETITE NICOLE

A MON FRERE

Très affectueusement.

MEIS ET AMICIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR MATHIEU

PROFESSEUR AGRÉGÉ A LA FACULTÉ DE MÉDECINE

*Qui nous a fait le grand hon-
neur d'accepter la présiden-
ce de cette thèse.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ

GEORGES LARDENNOIS

CHIRURGIEN DE L'HOPITAL LAENNEC

COMMANDEUR DE LA LÉGION D'HONNEUR

*Qui nous a donné le sujet de
cette thèse et nous a encour-
ragé de ses conseils.*

*Qu'il trouve ici l'hommage de
notre profonde reconnais-
sance.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR M. B. SANDERS

Fellow of the International College of anesthetists.

Dont l'aide nous fut si précieuse.

A MONSIEUR LE DOCTEUR JEAN BILLARD

CHIRURGIEN DES HOPITAUX DE REIMS

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

*Qui nous a toujours accueilli
avec une grande bienveillance.*

A MES MAITRES

DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE ET DES HOPITAUX DE PARIS

INTRODUCTION

Il nous a été donné, dans le service de Monsieur le Professeur agrégé Lardennois, d'assister à des anesthésies réalisées avec un produit encore peu utilisé en France : le cyclopropane.

Nous avons été séduit par cette nouvelle méthode d'anesthésie par inhalation.

Par la narcose sûre, facile, totale qu'il procure dans tous les cas, par son manque absolu de toxicité, le cyclopropane nous est apparu comme réalisant un important progrès.

C'est pourquoi nous avons voulu contribuer à le faire connaître, à montrer ses avantages; tel est le but de ce travail.

HISTORIQUE

Anesthésie : vieux rêve des chirurgiens, désir charitable d'éviter la souffrance et en même temps d'opérer en toute tranquillité, condition fondamentale d'une chirurgie un tant soit peu complexe.

Elle fut espérée par les uns, du moins sous sa modalité élémentaire : l'analgésie, dès la plus haute antiquité; elle fut considérée par d'autres comme une vaine utopie et vingt ans avant son entrée dans la pratique courante, Velpeau en parle comme d'une insaisissable pierre philosophale.

Homère, Hérodote, Pline vantent les vertus analgésiques de telle ou telle plante; il s'agit là plus d'un généreux désir que d'une réalité : bien des siècles plus tard Ambroise Paré ne dispose, pour atténuer la douleur opératoire que de sa prestigieuse rapidité.

Ce fut là l'unique ressource de bien des générations de chirurgiens qui nourrissaient ce rêve : supprimer la sensibilité et paralyser le mouvement.

Il semble qu'on ait utilisé dans ce but l'ivresse alcoolique : procédé grossier, dangereux, ne supportant pas l'expérience. Notons toutefois qu'il montre rétrospectivement la possibilité de la narcose chimique.

Enfin, en 1772, Priestley découvre le protoxyde d'azote et une ère nouvelle allait s'ouvrir.

En 1804 Humphrey Davy entrevoit l'emploi de ce corps comme analgésique.

Le docteur Long de Géorgie est appelé à soigner des crises nerveuses chez des individus intoxiqués par l'éther.

Il est frappé par l'insensibilité absolue qu'il remarque chez certains, et il a l'idée d'administrer de l'éther à un homme qu'il opère de tumeur du cou.

En 1840 le docteur Wells se fait arracher une dent sous anesthésie au protoxyde d'azote.

Le 16 octobre 1846 à Massachusetts W. E. Morton administre la première anesthésie à l'éther.

L'année suivante l'anglais Simpson utilise le chloroforme qui allait régner pendant plus de cinquante ans et qui, à l'heure actuelle est loin d'être entièrement détrôné.

A la même époque on découvre les propriétés anesthésiques du chlorure d'éthyle, qui d'ailleurs ne sera utilisé que beaucoup plus tard.

PRINCIPAUX ANESTHÉSQUES PAR INHALATION UTILISÉS ACTUELLEMENT

LE CHLOROFORME

Le chloroforme est le dernier venu en date des anesthésiques de la période de début; jusqu'à 1908 il resta le seul utilisé couramment. Sa vogue était due à d'indéniables qualités.

C'est en effet un anesthésique puissant, capable d'endormir à fond tous les malades sans exception.

Bien manié, il ne donne pas de période d'excitation.

Il procure une résolution musculaire toujours parfaite.

Mais il a deux gros inconvénients, c'est tout d'abord un toxique; on a pu dire, qu'après le phosphore, il est le plus puissant des nécrosants de la cellule hépatique. Le cri d'alarme est lancé en 1908 par Tuffier, Fiessinger, Gosset; dès lors il perd de sa vogue, en conservant cependant des adeptes.

D'autre part le chloroforme peut déterminer des syncopes blanches souvent mortelles.

Certaines de ces syncopes, tardives, dites toxiques, peuvent être imputées à une technique défectueuse; mais bien d'autres (syncopes réflexes, syncopes adrénalino-chloroformiques) se produisent dès la première bouffée et n'admettent pas cette excuse. Nous verrons toutefois que l'examen préalable du réflexe oculocardiaque permet souvent de les prévoir et par suite de les éviter. En effet il montre si le sujet est vagotonique ou sympathicotonique; on corrige par l'atropine dans le premier cas, par l'ésérine dans l'autre.

Rappelons également ici que l'injection intracardiaque d'adrénaline est très discutable dans les syncopes du début : elles peuvent être dues précisément à une décharge d'adrénaline (syncope adrénaline-chloroformique). Le traitement est surtout préventif : donner de la morphine aux anxieux avant l'anesthésie.

Nous pouvons conclure que le chloroforme est un anesthésique puissant, donnant une narcose profonde et une résolution musculaire parfaite, mais qu'il est aussi le plus dangereux des anesthésiques.

ETHER

L'éther prit la place du chloroforme et, à l'heure actuelle, il est encore l'anesthésique le plus employé en France.

Il a comme avantage sa simplicité d'emploi grâce à l'appareil d'Ombrédanne qui présente d'ailleurs tous les inconvénients du « rebreathing ».

D'autre part il faut reconnaître que l'éther donne peu d'accidents graves immédiats : quelquefois des syncopes bleues rarement mortelles.

On lui attribuait jadis la responsabilité des accidents pulmonaires tardifs, mais il faut faire la part de l'infection et des polypeptides libérés par l'acte opératoire.

A côté de ces avantages, que d'inconvénients !

L'éther garde un rôle dans la genèse de certaines broncho-pneumonies graves. En effet la lenteur du réveil laisse longtemps le malade dans un état de déficience.

D'autre part, il irrite les voies respiratoires. L'action toxique sur les émonctoires, moindre que celle du chloroforme, n'en est pas moins réelle.

L'action hypotensive de l'éther le rend dangereux pour certains blessés : hémorragiques, shokés.

Enfin reproche capital, l'éther est loin de donner constamment de bonnes anesthésies. Dans nombre de cas, on a une période d'excitation très pénible ; bien souvent aussi, la résolution musculaire, incomplète, est désagréable ; et même dangereuse dans les interventions abdominales.

Il faut reconnaître d'ailleurs que la poussée abdominale est due, en partie, au mode d'administration.

On peut en dire autant des syncopes bleues si gênantes. En effet le masque d'Ombredanne, appareil à rebreathing, donne trop peu d'oxygène et trop de CO₂. On tirerait un meilleur parti de l'éther en l'utilisant avec des appareils dosimétriques.

En résumé : l'éther est bien moins dangereux que le chloroforme ; mais, malgré les améliorations qu'on a pu apporter à son mode d'administration, il reste souvent un anesthésique insuffisant.

CHLORURE D'ETHYLE

Entré dans la pratique vers 1900, le chlorure d'éthyle possède les avantages suivants :

Il donne une anesthésie et un réveil rapides. Il est d'un emploi commode, ne nécessitant qu'un appareil très élémentaire. Enfin il est peu toxique.

Mais, même à faible dose, il provoque assez souvent des vomissements violents non imputables à la technique. L'anesthésie obtenue est en général insuffisante pour la chirurgie abdominale.

Il provoque parfois une contracture qui a pour caractère de ne pas céder si l'on pousse l'anesthésie. C'est ainsi qu'on a eu à enregistrer des cas de mort par asphyxie.

En un mot, le chlorure d'éthyle est un anesthésique peu dangereux, mais donnant une narcose insuffisante ne pouvant convenir qu'à la petite chirurgie, en particulier à l'otorhino-laryngologie.

MÉLANGE ANESTHÉSQUES

Les produits précédents présentent tous des avantages et des inconvénients non communs. On a crû pouvoir arriver à l'anesthésique idéal en les combinant suivant certaines proportions.

Le type de ces mélanges est le Schleich (Ether : 60, Chloroforme : 20, chlorure d'éthyle : 10).

Le Schleich n'a pas donné les résultats qu'on en escomptait.

C'est qu'on l'a administré avec l'appareil d'Ombredanne, conçu pour l'éther, c'est à dire pour un liquide ayant une température de volatilisation donnée.

Dans ces conditions on obtient : au début une anesthésie au chlorure d'éthyle, d'action rapide et courte. Ensuite l'éther entre en jeu avec ses inconvénients augmentés par une trop faible concentration. En dernier lieu, c'est l'arrivée du chloroforme avec ses dangers accrus par une concentration exagérée.

Donc : succession intriquée de trois anesthésies à caractères différents. C'est ainsi qu'on a pu dire que le Schleich additionnait les défauts de ses composants au lieu d'en dynamiser les avantages.

En vérité il s'agit surtout d'une faute dans son mode d'administration; si on l'utilise avec un appareil convenable on s'aperçoit qu'il a de réelles qualités. Ici encore, c'est une affaire de dosage. Mais remarquons toutefois que, même employés selon la meilleure technique, le Schleich et ses dérivés restent des anesthésiques imparfaits et non dépourvus de dangers.

PROTOXYDE D'AZOTE

Bien que le premier connu des anesthésiques, le protoxyde d'azote fut vite délaissé; ce n'est que dans ces dernières années qu'il entra en faveur.

Avec lui nous entrons dans une catégorie d'anesthésiques ayant pour caractère physique de se présenter sous la forme gazeuse, à la température ordinaire. Ces gaz ont, en général, la propriété d'être pas ou peu solubles dans les lipoides. Cela explique quelques uns de leurs avantages communs : rapidité d'action et d'élimination, possibilité d'un dosage précis.

Depuis assez longtemps, les dentistes emploient le protoxyde sous le nom de Somnol pour de courtes interventions; mais il pouvait entrer dans le domaine de la chirurgie proprement dite que lorsqu'on eut compris la nécessité de l'administrer avec de l'oxygène. En effet le protoxyde n'agit qu'à une haute concentration : 85 à 90 % ; avec l'air on arrive fatalement à l'asphyxie (qui est d'ailleurs loin d'être toujours évitée avec l'oxygène).

Desmarest a imaginé depuis longtemps un appareil très simple, mais nécessitant un certain doigté.

Voici son principe : le masque bucco nasal est rattaché à un ballon où viennent s'ouvrir deux réservoirs l'un de protoxyde, l'autre d'oxygène.

Dans la suite on a construit des appareils plus complexes et plus précis.

Le N^o O possède des avantages évidents :

- Il est absolument dépourvu de toxicité.
 - Son élimination est rapide.
 - Il donne une anesthésie agréable pour le patient.
 - Par là il est supérieur aux anesthésiques que nous venons de voir et s'apparente au cyclopropane.
- Mais il a l'inconvénient de donner difficilement une

bonne narcose avec relachement musculaire complet. De plus il expose constamment à dès syncopes asphyxiques sans gravité mais gênantes.

Ces deux défauts ont d'ailleurs la même origine : le N°O exige une forte concentration, ne laissant à l'oxygène qu'une place, au plus suffisante pour éviter l'asphyxie.

Le résultat est que le plus souvent on est pris entre l'asphyxie imminente et l'anesthésie incomplète.

C'est là qu'est la différence essentielle avec le cyclopropane.

Notons cependant que chez certains sujets fatigués, shockés, s'endormant facilement, le protoxyde peut donner une bonne anesthésie. Précisément c'est là qu'il est précieux, par son absence de toxicité.

ETHYLÈNE ET ACÉTYLÈNE

Ces hydro-carbures donnent une anesthésie comparable à celle du protoxyde. Ils présentent sur ce dernier l'avantage de permettre une concentration plus forte en oxygène.

L'éthylène admet 20 % d'oxygène.

La narcose qu'il procure, bien que légèrement supérieure à celle du protoxyde, reste le plus souvent insuffisante. D'autre part, hypotenseur puissant, il a l'inconvénient de faire saigner la plaie opératoire.

L'acétylène, connu en Allemagne sous le nom de Narcilène, supporte une concentration de 40 % d'oxygène. Malgré cela, il n'est pas toujours capable de

donner seul une narcose complète. D'autre part il renferme souvent des impuretés qui le rendent toxique.

La manipulation de ces deux gaz demande des précautions et des appareils parfaitement étanches; ils sont en effet très inflammables et peuvent causer des explosions.

LES CONDITIONS D'UNE BONNE ANESTHESIE

On a trop tendance à croire en France que la qualité d'une anesthésie est presque uniquement fonction de l'agent chimique employé. On se sert encore très généralement d'appareils désuets; on continue à considérer le rôle de l'anesthésiste avec une sorte de dédain et à le juger indigne d'être rempli par un médecin.

Or l'appareil est un facteur important : en le perfectionnant, on a pu améliorer beaucoup les résultats obtenus avec les vieux anesthésiques. D'autre part, pour utiliser les nouveaux venus : protoxyde d'azote, carbures d'hydrogène, un appareil spécial est indispensable.

Quant au rôle de l'anesthésiste, comme les Américains l'ont compris depuis longtemps, il est primordial.

En effet l'anesthésie complète est un état compris entre deux limites étroites : d'une part le danger, d'autre part l'insuffisance; anesthésier, c'est réaliser à chaque instant l'équilibre entre trois éléments : l'anesthésique; l'oxygène et l'acide carbonique; cet équilibre peut être réalisé de 2 façons.

D'une manière empirique, avec un matériel démodé, par un anesthésiste occasionnel qui va louvoyer péniblement entre la syncope ou l'asphyxie d'une part, et la contracture ou les vomissements d'autre part. C'est la vieille méthode aveugle encore trop répandue en France.

Par ailleurs, on peut réaliser l'anesthésie d'une façon scientifique : avec un appareil précis, sous la surveillance d'un anesthésiste de métier qui maintiendra sans heurt une anesthésie rapidement amenée au point voulu. C'est là la méthode objective et sûre des Anglo-saxons, c'est la bonne méthode que nous voudrions voir se généraliser chez nous.

Rôle de l'oxygène dans l'anesthésie :

L'individu anesthésié a besoin d'une quantité d'oxygène qui varie entre 300 et 500 cm³ par minute. Si on ne lui donne pas sa ration minimum, on aboutit fatalement à l'anoxémie. On assiste alors, soit à des accidents aigus (asphyxie), soit à des troubles profonds de manifestation plus tardive d'autant plus graves qu'ils ont moins attiré l'attention. Signalons, en particulier, certains troubles de la fonction hépatique.

L'anoxémie peut d'ailleurs être réalisée suivant divers processus. Elle peut tenir à l'anémie, certains anesthésiques bloquant un grand nombre d'hématies hors du courant circulatoire ou diminuant leur pouvoir de fixation d'oxygène. Anoxémie par ralentissement circulatoire, résultat de l'action exercée sur

le myocarde et la tension artérielle. Signalons encore l'action sur les cellules qui les rend incapables d'utiliser l'oxygène : c'est l'anoxémie tissulaire.

Mais la cause la plus importante d'anoxémie, c'est la proportion insuffisante d'oxygène dans le mélange anesthésique.

Avec un rythme respiratoire normal, il faut une proportion minima de 20 % correspondant à la composition de l'air.

Or, les méthodes courantes sont loin de toujours donner ce chiffre. Le masque d'Ombrédanne ne fournit que 10 à 12 % ; il en résulte une accélération de la respiration encore accrue du fait du « rebreathing »

D'ailleurs, il ne suffit pas d'avoir un bon appareil, pour pouvoir donner une proportion suffisante d'oxygène. Il faut tout d'abord que l'anesthésique employé admette ce taux de mélange ; c'est la condition essentielle.

De cette propriété d'agir en présence de plus ou moins d'oxygène, dépend en grande partie la valeur intrinsèque d'un produit anesthésique ; elle conditionne sa puissance et son innocuité immédiate ; c'est par elle surtout qu'il influe sur la qualité de l'anesthésie, indépendamment de l'appareil employé et de la technique suivie.

Rôle du CO².

Longtemps considéré comme un excrétat inerte et dépourvu de toute action physiologique, le gaz car-

bonique joue un rôle considérable dans le mécanisme de la respiration. Il est l'hormone excitatrice normale du centre bulbaire; il augmente le nombre et l'amplitude des inspirations.

On eut tout naturellement l'idée d'appliquer ces propriétés du CO^2 à l'anesthésie par inhalation.

Certes sa présence est nécessaire et, à certains moments, il peut être indiqué d'en donner une quantité supplémentaire. Mais on a cru pouvoir remédier au taux insuffisant d'oxygène, en augmentant le CO^2 ; on a voulu, grâce à lui, diminuer la dose d'anesthésique et régulariser la narcose. C'était lui demander plus qu'il ne peut donner :

« Le CO^2 donné en excès provoque : de l'hyperventilation avec tous ses dangers : apnée et en même temps absorption trop rapide, à doses massives de l'anesthésique; il va en définitive contre le principe de la régularité de l'anesthésie et rétablit les à-coups qu'il cherchait à corriger ».

R. Monod et H. Arnal.

Après chaque expiration, il reste dans les voies aériennes, et dans l'air alvéolaire résiduel, assez de CO^2 pour assurer l'excitation normale.

Ce « rebreathing » interne, physiologique suffit et il convient d'éliminer tout le CO^2 expiré.

PRINCIPES D'UN BON APPAREIL

D'après les considérations précédantes, un bon appareil doit remplir avant tout deux conditions :

- 1° Assurer l'élimination du gaz carbonique expiré.
- 2° Permettre de connaître et de faire varier à tous moments les quantités d'oxygène et d'anesthésique qu'on donne au patient.

Elimination du gaz carbonique :

Elle peut être obtenue de deux manières : par la méthode du circuit ouvert ou par celle du circuit fermé.

La première est basée sur le débit continu du mélange anesthésique et le rejet total des expirations.

Le principe du circuit fermé a été conçu par Jackson en 1915, Waters a réalisé son utilisation pratique. Il consiste à fixer le CO_2 expiratoire par la chaux sodée. Deux types principaux : dans le premier le réservoir à chaux sodée est loin du masque, seules les expirations le traversent grâce à un système de soupapes et de tuyaux. Le système dit « to and fro » est beaucoup plus simple; c'est un simple réservoir tra-

versé par les inspirations et les expirations. Il doit être tout près du masque pour éviter qu'à l'inspiration une quantité importante de CO_2 ne soit ramenée avec le mélange anesthésique.

De toute façon, quel que soit le type, l'appareil n'a aucune communication avec l'atmosphère extérieur.

Comparaison entre les circuits fermé et ouvert

CIRCUIT FERMÉ	CIRCUIT OUVERT
— Emploi de grandes quantités d'anesthésique : d'où prix de revient élevé.	— Emploi de quantité minima d'anesthésique : d'où économie.
— Perte de vapeur d'eau et de chaleur du corps.	— L'atmosphère intérieure du circuit fermé reste chaude et humide. La perte d'eau est insignifiante et la température du corps ne baisse pas après de longues anesthésies.
— L'atmosphère de la salle d'opération se sature de gaz ou de vapeur anesthésiques :	— Aucune vapeur ni gaz ne se répand dans la salle :
Danger de feu et d'explosion.	Risques de feu et d'explosion très réduits.
Interdiction du cautère et du bistouri électrique.	Possibilité de se servir avec précaution du cautère ou du bistouri électrique.
Danger d'intoxication chronique pour l'équipe chirurgicale.	Sécurité de l'équipe chirurgicale.

Ce tableau montre les avantages du circuit fermé.

Dosage du mélange anesthésique

L'anesthésie doit se proposer de doser physiologiquement l'anesthésique et en même temps d'assurer une oxygénation suffisante.

Il doit donc pouvoir à chaque instant contrôler le débit de ces gaz. Là encore, deux solutions sont en pré-

sence : les appareils volumétriques et les appareils débimétriques.

Dans l'appareil volumétrique (type Amiot), un soufflet-réservoir permet de préparer facilement à l'avance le mélange anesthésique-oxygène au taux voulu. On envoie ce mélange « standard » dans le circuit fermé suivant les besoins. L'inconvénient de ce système est de ne donner un mélange exactement dosé qu'au début de l'anesthésie. En effet lorsque le patient a fixé une certaine quantité d'anesthésique, il ne consomme plus que l'oxygène; à ce moment les apports successifs enrichissent progressivement le mélange en anesthésique. L'anesthésiste n'évite les concentrations dangereuses qu'en renouvelant son mélange ou en introduisant une certaine quantité d'oxygène pur.

On retombe donc dans l'« à peu près » et, même avec une grande expérience, on n'atteint pas le but, c'est-à-dire le dosage rigoureux et constant.

Les appareils dosimétriques, par contre, permettent cette précision. L'anesthésique et l'oxygène avant de se mélanger dans le circuit fermé, traversent respectivement un débimètre. C'est un dispositif donnant à chaque instant le débit du gaz, c'est-à-dire la quantité de ce gaz qui passe dans l'unité de temps. On a donc la possibilité d'un dosage physiologique. Aux Etats-Unis ce sont les seuls appareils employés.

Nous pouvons donc conclure que les meilleurs appareils sont ceux à circuit fermé et à dosage débimétrique. Ce sont les seuls dont nous nous occuperons dans la suite.

L'intubation.

Sans nous arrêter aux détails de la technique, rappelons que le procédé le plus simple est l'intubation transnasale de Magill.

Condition : *sine qua non*, de la chirurgie pulmonaire, l'intubation peut être utile en chirurgie générale.

Elle a pour effet d'éviter la fermeture réflexe de la glotte quand on libère des adhérences, quand on tire sur l'intestin. Ainsi on n'a pas à craindre la poussée abdominale.

D'autre part l'intubation endo-trachéale permet de réaliser la respiration artificielle d'une façon très efficace.

IMPORTANCE DU RÔLE DE L'ANESTHÉSISTE

En France, une anesthésie se présente souvent sous l'aspect d'une lutte engagée entre un patient asphyxique et un apprenti anesthésiste congestionné par l'effort.

En Angleterre, aux Etats-Unis, le visiteur étonné assiste presque toujours à une narcose facile, sûre, sans à-coup, harmonieuse.

Pourtant les Anglo-saxons ont employé longtemps les mêmes agents chimiques que nous. Avec l'éther, le chloroforme, ils obtenaient déjà des résultats bien supérieurs aux nôtres.

L'explication en est simple. C'est que ces pays qui contribuèrent tant à la création et au perfectionnement de l'anesthésie générale, sont restés en avance

sur nous. Ils ont reconnu depuis longtemps l'importance du rôle de l'anesthésiste.

Chez eux, des médecins n'ont pas craint de se consacrer uniquement à l'étude de l'anesthésie; leurs travaux et leur expérience pratique ont abouti à la création d'appareils perfectionnés, à la découverte de nouveaux produits anesthésiques et à l'administration d'anesthésies impeccables.

En France on a trop tendance à croire que le facteur agent chimique est le seul important, que l'anesthésie est une recette dont on peut confier l'exécution au premier venu.

— Avoir pour tout contrôle l'exploration de quelques réflexes, l'aspect du visage et des impressions plus ou moins vagues sur le pouls et la respiration.

— Doser le narcotique « *grosso modo* » selon les réactions du patient ou parfois celles du chirurgien.

— Voir surgir à chaque instant des incidents auxquels on ne remédie qu'en en provoquant d'autres.

— Avoir toujours sous la main l'ouvre bouche et la pince à langue :

Voilà à quoi se borne chez nous, pour l'« anesthésiste moyen », toute la question de l'anesthésie.

Quand il croit la posséder, après quelques douzaines d'anesthésies, l'étudiant français cède sans regret le tabouret à un nouveau catéchumène; il n'a en effet aucun goût pour un rôle généralement considéré comme inférieur.

En Amérique, au contraire, l'anesthésiste est de beaucoup le principal collaborateur du chirurgien.

Il a toutes les initiatives et l'entière responsabilité de l'anesthésie.

Le chirurgien s'occupe intégralement de l'acte opératoire; il considère l'anesthésiste comme un spécialiste avec lequel il discutera, le cas échéant, les risques généraux d'une intervention.

Quelques chapitres nous seront nécessaires pour donner une idée des bases, de la technique et de l'organisation de l'anesthésie aux Etats-Unis.

Phases de l'anesthésies.

Pour établir une technique sûre, donnant constamment de bonnes anesthésies, pour prévoir les difficultés, les supprimer ou y remédier, les Américains ont compris qu'il fallait s'appuyer sur des bases objectives.

Ils ont précisé l'action physiologique des anesthésiques, ils ont analysé les processus de la narcose, ils ont étudié les réactions du patient et établi des critères permettant de mesurer sa tolérance. En un mot ils ont créé une véritable science de l'anesthésie.

Pour eux, la narcose se divise en quatre stades :

Le premier, qui correspond au début (à l'induction), est caractérisé par l'analgésie et l'atténuation du réflexe cornéen.

Le deuxième stade, ou stade d'excitation, est caractérisé par des mouvements des globes oculaires.

Le stade suivant est le plus intéressant : c'est le stade de l'anesthésie chirurgicale complète. Dès le début,

les mouvements des globes oculaires s'atténuent progressivement, puis font place à la fixité. On peut le subdiviser en 4 degrés. Dans les 3 premiers, les réflexes disparaissent dans un ordre bien déterminé; dans le dernier la respiration s'arrête.

Le quatrième stade correspond à l'apée; on ne doit jamais y arriver.

Voici un tableau résumant les signes qui caractérisent les différents stades d'anesthésie (Voir ci-contre).

Le shock anesthésique

Pour les Américains, le shock anesthésique englobe toutes les perturbations, même les plus légères, qui surviennent au cours de l'anesthésie. Ils en distinguent plusieurs degrés progressifs basés sur l'observation objective et systématique du patient.

L'anesthésiste possède ainsi des points de repère qui lui permettent d'apprécier la moindre défaillance.

Averti d'un premier degré de shock qu'aucun signe extérieur ne révèle, il évitera l'accident grave, qui pourrait survenir.

Ce contrôle est basé sur la mesure toutes les 5 minutes de la tension artérielle (maxima et minima), du pouls et du rythme respiratoire.

Voici, d'après le Dr M. B. Sanders, les caractères des 3 degrés du shock anesthésique :

1^{er} degré :

15 % d'augmentation dans la fréquence du pouls sans changement de la tension artérielle; ou : 10 %

Stades d'anesthésie	Niveau auquel les réflexes sont abolis	Respiration	Activité des globes oculaires	Pupilles			Reflexe palpébral	Reflexe de déglutition	Reflexe nauséux	Pouvoir anesthésique
I Analgésie										N ₂ O, C ² H ₄ , Ether, CHCl ₃ , C ³ H ₈
II Excitation			+++++							
III Anesthésie chirurgicale	1 ^{er} degré		+++++ ++++ +++ ++ ++ ++ ++ +							
	2 ^e degré									
	3 ^e degré									
	4 ^e degré									
IV Apnée										

(A) = Os, Cerveau, Glandes, (Thyroïde, Sein), Rein, Estomac, Intestin.
 (B) = Peau. (C) = Pharyngé post. (D) = Tronc nerveux. (E) = Laryngé. (F) = Muscles.
 (G) = Réflexe de Traction (Mésentérique). (H) = Réflexe sus-Diaphragmatique.
 (I) = Tonicité des Muscles lisses.

de diminution de la tension sans changement du pouls,

2^e degré :

25 % d'augmentation du pouls, plus 10 à 25 % de diminution de la tension.

5^e degré :

Pouls au-dessus de 100 et augmentant, avec une tension maxima tombant à 8 et une différentielle inférieure ou, au plus, égale à 2.

La préparation du malade

C'est là un point important de la technique. L'anesthésiste voit le malade un jour ou deux avant l'intervention; il apprécie son état psychique et physique.

Tenant compte de la nature de l'opération proposée il détermine le risque anesthésique. On pourra ainsi renoncer à une opération dont l'indication n'est que relative ; parfois on différera une intervention dont l'urgence n'est pas absolue ; dans tous les cas on fera le pronostic de l'anesthésie : bien souvent il sera possible de l'améliorer, par le choix de l'anesthésique ou l'administration d'une prémédication appropriée aux circonstances.

Critères généraux de la tolérance anesthésique

On interrogera le malade sur ses antécédents. S'il a déjà eu une ou plusieurs anesthésies on en recherchera les particularités.

D'autre part on fera un examen somatique complet. On appréciera l'état du foie, des reins. On recherchera le sucre dans les urines. L'examen du système nerveux sera fait avec soin. Signalons ici l'intérêt du reflexe oculo cardiaque; il permet de déterminer le type neuro-végétatif du sujet.

Il est indiqué de faire une injection préventive d'atropine chez les grands vago-toniques, d'ésérine chez les sympathicotoniques.

Critères spéciaux

Ce sont des formules empiriques; elles mesurent approximativement la valeur fonctionnelle d'un appareil. Elles ont l'avantage d'être simples et rapides à établir.

Voici les plus courants, d'après le Dr. M. B. Sanders. Les tensions artérielles sont calculées en mm. de Hg.

1) Index de Réserve Cardiaque.

$$\text{Index R. C.} = \frac{\text{Tension différencielle} \times 100}{\text{Tension min.}}$$

Entre 40 et 60 = bonne réserve.

Entre 25 et 40 ou entre 60 et 75 = rés. probablement satisfaisante.

Au-dessous de 25 ou au dessus de 75 = rés. nettement insuffisante.

2) Index de Réserve Circulatoire.

$$\text{Index} = \frac{(\text{Tension max.} + \text{Tension min.}) \times \text{fréquence du pouls}}{1000}$$

Entre 12-18 = valeur normale.

Entre 6 et 12 ou 18-24 : réserve probablement satisfaisante.

Au-dessous de 6 ou au-dessus de 24 : rés. nettement insuffisante.

3) Capacité vitale.

On laisse le patient respirer tranquillement pendant 5 minutes. Ensuite il garde une aspiration profonde dont on mesure la durée.

— 45" et au dessus : C. V. normale;

— entre 45" et 30" : bonne C. V.;

— entre 30" et 10" : C. V. probablement satisfaisante;

— en dessous de 10" : nette insuffisance.

4) Métabolisme basal.

Les malades ayant un M. B. augmenté exigent une attention assidue pendant l'anesthésie, à cause de leur besoin plus élevé en oxygène. Il y a donc intérêt à dépister l'augmentation du M. B.

La formule suivante donne des résultats suffisamment approchés.

$$\text{M. B.} = 0,683 \times (\text{fréquence du pouls} + (0,9 \times \text{T. différ.})) - 71,5.$$

On doit l'établir dans les conditions habituelles :

malade à jeun et au repos, température ambiante aux environs de 15°.

En comparant les résultats de ces différentes épreuves d'une part, et la nature de l'opération d'autre part, on peut classer ainsi les risques anesthésiques :

Classe « A » : Opération mineure sur un sujet à bonne tolérance.

Classe « B » : Opération majeure sur un sujet à bonne tolérance.

Classe « C » : Opération majeure sur un sujet déficient.

Classe « D » : Opération sur un sujet en danger de mort.

Préparation psychique du sujet

Que de fois, proposant une opération, on entend la réponse : « Et si je ne me réveillais pas ? »

Bien souvent, en effet, le malade redoute plus l'anesthésie que l'acte opératoire. Il a choisi son chirurgien, il a confiance en lui, de ce côté-là, il est tranquille en arrivant sur la table.

Mais il ne connaît pas l'anesthésiste, on le lui a en quelque sorte imposé. Pourtant ce dernier possède, à ses yeux, une importance capitale : il se sent beaucoup plus près de lui que de l'opérateur, c'est le dernier visage qu'il verra avant de s'endormir.

Or ce n'est pas dans la salle d'opération qu'on peut rassurer un malade anxieux ; à ce moment là il est

trop tard et l'ambiance n'est pas propice. Il faut le voir plusieurs jours à l'avance. De cette façon il aura le temps de prendre confiance ou de choisir un autre anesthésiste. Cette manière d'agir donne souvent d'excellents résultats.

Un malade avait déjà subi six interventions au cours des quelles il avait été anesthésié sans préparation. Il fut endormi une septième fois par le Dr Sanders qui le vit deux jours avant. Il confia dans la suite à cet anesthésiste : « c'est la première fois que j'ai dormi la nuit précédant une opération ».

C'est au cours de cette visite au malade qu'on jugera de l'utilité d'une prémédication.

Une injection de morphine pure, ou associée le plus souvent à la scopolamine, pratiquée avant l'anesthésie, apaisera les sujets trop émotifs et contribuera souvent à donner une bonne narcose.

ORGANISATION D'UN SERVICE D'ANESTHÉSIE DANS UN HOPITAL DES ETATS-UNIS

Dans les universités américaines, l'anesthésie fait l'objet d'un enseignement spécial, théorique et pratique; dans les hôpitaux il existe un service d'anesthésie.

Les lignes suivantes empruntées au Dr. Sanders donnent une idée de cette organisation.

« L'Etat de Wisconsin dirige l'Université et le Wisconsin Général Hospital qui est situé près de l'école

de médecine et fonctionne en étroite liaison avec elle : étudiants, chirurgiens, médecins professeurs à la Faculté, peuvent donner tout leur temps à l'hôpital, à l'enseignement et au laboratoire. Le service d'anesthésie fait partie du service chirurgical, au même titre que les autres spécialités : l'urologie, l'oto-rhino-laryngologie, etc... Le Dr Waters, en est le chef et il a un assistant. Le service comprend au minimum 3 anesthésistes résidents restant en fonctions 3 ans. Tous les internes y font un stage d'un mois et les étudiants d'une semaine.

Aux Etats-Unis, les médecins qui ont étudié la spécialité d'anesthésie s'appellent des « Anesthésistes » ; les personnes qui ne sont pas médecin s'appellent des « anesthésistes techniciens ». Waters n'accepte comme anesthésistes résidents que des médecins.

Au cour des 3 ans de fonctions de l'anesthésiste résident, suivant ses aptitudes, 6 à 12 mois sont consacrés au laboratoire, et, pendant ce laps de temps, il fait de l'expérimentation, il surveille le mécanisme de la thérapeutique par l'oxygène et, en cas d'urgence, il remplace à la salle d'opérations un anesthésiste malade.

L'anesthésiste résident reçoit une instruction complète. Il est au courant non seulement de la technique de l'administration de l'éther, des gaz, de l'anesthésie locale ou rachidienne, mais aussi des réactions combinés ou séparés de tous les anesthésiques.

Tous les malades sont examinés la veille de l'opération par un membre du service d'anesthésie et c'est

lui qui, d'après l'état du malade, prescrit la médication pré-anesthésique.

Pendant l'opération, il note sur une fiche spéciale, la quantité du ou des gaz administrés (oxygène inclus), la profondeur de l'anesthésie, les variations de la tension artérielle, du pouls, de la respiration et toutes les particularités qu'il a constatées.

Après l'opération, l'opéré est suivi par un membre du Service d'anesthésie.

Chaque semaine a lieu une réunion du Service d'anesthésie durant 2 heures environ. On y étudie les cas de mort post opératoire en recherchant sur la fiche d'anesthésie les indications qui peuvent rendre l'anesthésiste responsable de cet accident. Un rapport est rédigé pour chaque cas.

Les fiches d'anesthésie sont très détaillées et classées de sorte qu'un chirurgien qui désire faire un travail trouve très rapidement, sur n'importe quel sujet, tous les éléments qui lui sont nécessaires.

Ce qui m'a le plus vivement frappé c'est le « team-work », c'est-à-dire la coopération entre les chirurgiens, les anesthésistes et le personnel infirmier, dans l'intérêt du malade. Ce dernier arrive bien étudié et bien préparé à la salle d'opérations; aucun geste inutile de la part des infirmiers. Le chirurgien ne commence l'opération que lorsque l'anesthésiste lui dit que le malade est prêt. Il en résulte une anesthésie dont les suites sont aussi bonnes que possible. »

CE QU'IL FAUDRAIT FAIRE EN FRANCE

Des observateurs impartiaux ont vu donner des anesthésies en Angleterre et aux Etats-Unis. Tous sont d'accord pour reconnaître que les résultats sont supérieurs à ceux qu'on obtient généralement en France. Nous en avons vu les causes; la conclusion en est simple : quand une méthode a fait ses preuves, elle doit être adoptée. Depuis longtemps déjà, le Professeur Desmarest a milité en faveur de la modernisation de nos appareils et de notre technique. Plus récemment une société d'Anesthésie et d'Analgésie a été créée; les chirurgiens se sont intéressés à la question; les publications se sont multipliées. Pourtant les résultats pratiques se font attendre : celà manque d'entrain. Les anesthésistes médecins restent l'infime minorité. Il en sera ainsi tant qu'on n'aura pas intéressé directement les étudiants et les médecins à l'anesthésie ; tant qu'on aura pas reconnu officiellement l'anesthésiste de métier médecin-responsable.

Pour arriver à ce but les conditions suivantes sont nécessaires :

1° Consécration officielle par la Faculté et l'Assistance Publique de la science et de l'art de l'anesthésie.

2° Création de nouveaux centres d'études scientifiques de l'anesthésie.

3° Association confraternelle du chirurgien et de l'anesthésiste.

4^e Rétribution honorable assurée à l'anesthésiste de métier.

Une fonction qui ne sera plus subalterne attirera l'étudiant; le jeune médecin envisagera volontiers une spécialisation comportant, avec une certaine responsabilité, un intérêt scientifique et des avantages matériels.

On atteindra ainsi un triple but :

— Sécurité du malade.

— Liberté d'action du chirurgien.

— Diminution de cette pléthore médicale dont on a tant parlé.

LE CYCLOPROPANE

Le cyclopropane est un gaz qui, par inhalation, donne une anesthésie rappelant celle au protoxyde d'azote. C'est un anesthésique d'une puissance comparable à celle de l'éther, du chloroforme.

Il donne une anesthésie rapide, complète, sans période d'excitation.

Il ne présente à peu près aucune toxicité générale.

L'usage de ce gaz, couramment employé en Amérique, est encore bien peu répandu en France. Cela tient à deux raisons :

1° Son prix de revient est élevé à cause de sa fabrication délicate et du fait que nous l'importons des États-Unis. Cet inconvénient n'est que relatif; on espère, en effet, fabriquer le cyclopropane en France dans quelques mois.

Il en est de même du coût des appareils spéciaux que son emploi nécessite : fabriqués chez nous, ils seront moins chers.

2° Un obstacle plus sérieux à la diffusion de cet anesthésique en France, est d'ordre général : c'est la difficulté de trouver un anesthésiste de carrière. En

effet le cyclopropane est caractérisé par une grande rapidité d'action. C'est là une arme à double tranchant; on arrive très vite au stade d'anesthésie chirurgicale et, de là, au 4^e stade, à l'apnée. Le médecin anesthésiste, familiarisé avec l'emploi des gaz, est ici indispensable.

Historique

Le nombre des produits possédant, à un degré quelconque, la propriété anesthésique, est considérable. Grande est la diversité des groupes chimiques auxquels ils appartiennent. C'est ainsi que le chloroforme, l'éther, le chlorure d'éthyle, l'éthylène, l'acétylène, le protoxyde d'azote rentrent dans des séries différentes; le dernier n'est même pas du domaine de la chimie organique.

Ces considérations devaient encourager les chercheurs; elles leur montraient que dans la multitude des corps, il devait presque fatalement se trouver des anesthésiques supérieurs à tous ceux qu'on connaissait; John Snow le premier se lança à la recherche de l'anesthésie idéale.

Ce sont deux savants canadiens, Henderson et Lucas qui découvrirent en 1928 les propriétés du cyclopropane.

Les résultats obtenus avec l'éthylène, l'acétylène encouragèrent les chercheurs à étudier la série des carbures non saturés. Henderson et Lucas expérimentèrent le propylène, homologue immédiatement supé-

rieur de l'éthylène. Ce gaz avait l'inconvénient d'amener des perturbations de la contraction cardiaque.

Soupçonnant une impureté, Henderson et Lucas isolèrent un autre gaz, isomère : c'était le cyclopropane. Ils eurent alors la surprise de constater, que loin d'être une impureté, c'était un agent anesthésique remarquable. L'action cardiaque était dûe au propylène.

Ce n'est qu'en 1930 qu'on pût produire le cyclopropane à l'état pur et en quantité suffisante.

L'américain Waters, professeur d'anesthésie à l'Université de Wisconsin, administre la première narcose au cyclopropane; avec ses élèves, il étudie activement les propriétés de ce corps, tant au laboratoire qu'à l'hôpital. En 1934, il publie le résultat de quelques centaines de cas d'anesthésie.

En 1935, il présentait un parallèle entre 2.200 anesthésies à l'éther et 2.200 au cyclopropane, pratiquées exactement dans les mêmes conditions.

En 1934, au Canada, Harold R. Griffith donne le compte rendu de 350 anesthésies au cyclopropane.

Très rapidement, le nouvel agent se répand dans le monde. Robotham et Magill l'inaugurent en Angleterre, Killian en Allemagne.

En France c'est le Dr M. B. Sanders qui introduit le cyclopropane.

Les deux premières opérations faites avec cet anesthésique sont pratiquées à l'hôpital Broussais par le Dr. M. Iselin, en février 1936. Quelques mois plus tard, le Dr Amiot adopte le cyclopropane. Notons que,

dès 1916, avec le Professeur Desmarest, il avait présenté à la société de Chirurgie un appareil à protoxyde d'azote qui fixait le CO^2 par la soude. Il put obtenir du cyclopropane, avec la garantie du Dr M. B. Sanders.

En effet le cyclopropane n'avait été lancé dans le commerce qu'après une longue expérimentation du Dr Waters. Malgré cela, les sociétés américaines (The Ohio Medical Company, E. R. Squibb and Sons) ne le délivraient qu'aux seuls médecins anesthésistes. On craignait que, mal employé, le cyclopropane ne tombât en discrédit.

En 1936, lors de deux voyages aux Etats-Unis, M. le Pr. agrégé Lardennois vit sur place des anesthésies au cyclopropane. C'est le Dr M. B. Sanders qui les administre dans son service de l'hôpital Laënnec.

PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES

Le cyclopropane : C^3H^6 ou triméthylène, est le premier terme de la série des cyclanes ou hydrocarbures cycliques saturés.

C'est un corps chimiquement très stable.

Il a été découvert par Freund en 1882.

C'est un gaz plus lourd que l'air : sa densité de vapeur est 1,45.

Liquifié, il bout à — $34^{\circ},5$.

La pression de liquéfaction, à la température ordinaire, est de 17 kg. par centi. cube.

Avec l'oxygène, dans certaines proportions, le cyclopropane forme des mélanges explosifs; toutefois

ces mélanges ne sont jamais spontanément inflammables.

Les premiers termes des cylanes furent les derniers connus parce qu'ils sont les plus difficiles à obtenir. Cette difficulté atteint son maximum avec le cyclopropane, terme le plus bas.

Le mode général de préparation des cyclanes lui est applicable. Action des métaux sur des dérivés dihalogénés en position convenable de carbures en chaîne ouverte : tel est le principe. En pratique on utilise le zinc en présence d'alcool éthylique concentré.

Un procédé industriel récent et qui paraît relativement économique, consiste à partir du propane naturel qu'on trouve abondamment avec le pétrole en Amérique. Par chloruration on obtient 20 % de dichloro propane 1-3 qui servira de base.

La purification du cyclopropane, condition de sa stabilisation, est délicate. Elle augmente encore le prix de revient.

Sa conservation exige quelques précautions, entre autre, celle de le garder dans des récipients en aluminium pur. En effet le contact de certains métaux catalyseurs pourrait produire son isomérisation en propène.

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES GÉNÉRALES

Action sur les voies aériennes supérieures.

Le cyclopropane possède une odeur agréable et douce rappelant l'odeur de naphte. Il ne produit au-

cune sialorrhée, il n'excite pas la sécrétion bronchique. Même à haute concentration, il ne provoque ni irritation ni suffocation; il en résulte un début d'anesthésie agréable, sans appréhension, une « induction » facile.

Par contre, même aux concentrations dangereuses, le patient ne possède aucune réaction de défense instinctive.

Absorption.

L'absorption du cyclopropane est très rapide. Cela tient en grande partie à son état physique; c'est une propriété qu'il partage avec les autres gaz anesthésiques (protoxyde, éthylène, acétylène, etc.). D'autre part il a un pouvoir anesthésique considérable; c'est pourquoi le malade arrive très vite au stade d'anesthésie complète : il brûle les étapes. Administré à la concentration de 50 %, il provoque l'apnée complète chez le chien en quelques secondes. Les expériences de Severs et Evans ont montré que la concentration dans les tissus est très sensiblement proportionnelle à celle du mélange inhalé.

Élimination.

La solubilité du cyclopropane dans les lipoides, quoiqu'un peu plus grande que celle du protoxyde d'azote, est infime. Il en résulte une élimination très rapide. Si l'on cesse brusquement l'anesthésie, le réveil est instantané et même désagréable.

Après l'anesthésie, l'analyse des gaz expirés, du sang, des tissus, montre la disparition complète du produit en quelques heures.

La rapidité d'action et d'élimination du cyclopropane ont pour effet une anesthésie très réglable, très « gouvernable » disent les Américains. La narcose peut être amenée au stade voulu, dans le minimum de temps ; elle peut y être maintenue avec le minimum de gaz et, partant, d'intoxication.

La rareté du vomissement s'explique aussi par la rapidité de la phase d'induction. Notons d'ailleurs que tous les vomissements, au cours d'une anesthésie, ne sont pas imputables à l'anesthésique employé. Ils peuvent dépendre de la susceptibilité du sujet, du shock chirurgical.

Avec le cyclopropane, on n'a pas ces réveils traînants qui mettent le sujet dans un état de moindre résistance et l'exposent à l'infection pulmonaire.

Concentrations.

Le cyclopropane agit en présence d'un taux élevé d'oxygène. C'est là sa propriété la plus importante, celle qui l'oppose au protoxyde et aux autres carbures anesthésiques. L'effet narcotique apparaît déjà avec une concentration de 5 %. Waters et Schmidt au cours de 46 expériences ont fait des prélèvements de mélange répétés.

L'analyse chimique a fourni les chiffres suivants :

au 1 ^{er} stade d'anesthésie correspond une concentration de	7,4 %
— 2 ^e — — — —	13,1 %
— 3 ^e — — — —	22 %
— 4 ^e — — — —	36 %

L'anesthésie chirurgicale complète est donc compatible avec un taux d'oxygène 4 fois supérieur à celui de l'air atmosphérique. Cette propriété contribue, pour une large part à la puissance anesthésique du cyclopropane. Elle pose la plupart de ses indications les plus intéressantes.

Toxicité.

La toxicité générale du cyclopropane est très faible. Amiot rapporte que Waters a pu maintenir le sommeil de 9 à 16 heures consécutives chez le chien sans tuer l'animal. L'action sur le foie a été étudiée expérimentalement par Raginski et Bourne. Ils administrèrent du cyclopropane à des chiens normaux, à des chiens précédemment soumis au chloroforme ou privés de nourriture.

L'examen histologique montra que le cyclopropane même à doses répétées ne provoque aucune lésion du foie. D'autre part le test de rétention colorée à la bromo-sulfonphtaléine, pratiqué dans les divers cas, montra :

- que le cyclopropane n'altère pas la fonction hépatique même après un jeûne prolongé ;
- qu'il n'exagère pas les troubles provoqués par le chloroforme.

L'action du cyclopropane sur les reins est à peu près nulle. A peine peut-on noter une légère diminution de la sécrétion durant l'anesthésie. On ne trouve jamais d'albuminurie.

Le cyclopropane n'est ni irritant, ni réfrigérant ; son action est rapide, il permet une oxygénation abondante ; ces facteurs expliquent en grande partie son innocuité pour l'appareil respiratoire. Avec ce gaz, les complications pulmonaires post opératoires sont très rares.

La tension artérielle est généralement peu influencée par le cyclopropane aux doses couramment employées en pratique. Les changements dans la fréquence du pouls sont également peu importants.

Le cœur semble être le seul organe susceptible d'être touché par le cyclopropane qui aurait tendance à provoquer de l'arythmie. Contrairement à ce qui se passe avec le chloroforme, ces troubles ne se produisent pas au début. Ils arrivent à un stade d'anesthésie très profonde où il est rare que l'anesthésiste mette le malade. Telle est, rapportée par le Dr Sanders, l'opinion de Waters.

Toutefois il convient d'être prudent dans l'administration du cyclopropane chez les cardiaques. C'est la seule contre indication sérieuse de cet anesthésique.

Modifications sanguines.

Le cyclopropane ne produit pas d'hémolyse, il n'a aucune action sur la coagulation. Les modifications de

la composition du sang ont été étudiées par Waters et Schmidt. Voici les chiffres moyens qu'ils ont trouvés :

	Rés. alcaline	Sucre	Phosphore	Azote non protéique
Avant l'anesthésie	50,95	95,85	4,09	29,75
Aussitôt l'anesthésie	49,41	110,71	7,25	29,74
4 heures après l'anesthésie	48,07	98,4	4 63	30

Notons particulièrement l'action très faible du cyclopropane sur la réserve alcaline et le sucre ; aussi a-t-il été proposé pour la chirurgie des diabétiques.

Caractères de l'anesthésie au cyclopropane

Dans l'anesthésie au cyclopropane les signes pupillaires sont variables et ne peuvent fournir d'indication sur la profondeur de la narcose.

Dans les premiers stades de l'anesthésie le guide le plus sûr est le réflexe cornéen. Son abolition correspond à l'analgésie et à l'inconscience. La résolution musculaire est imparfaite. On notera également les mouvements des globes oculaires. Si l'on pousse l'anesthésie ces mouvements oculaires s'atténuent puis s'arrêtent. A ce moment on est arrivé au stade d'anesthésie chirurgicale moyenne. La résolution musculaire est alors complète ; la respiration reste régulière en fréquence et en intensité ; le malade n'a pas tendance à pousser.

L'anesthésie profonde se manifeste surtout par des modifications respiratoires. La fréquence et l'ampli-

tude sont diminuées. La respiration costale s'atténue progressivement c'est pourquoi Waters conseille d'appliquer la main sur le thorax pour contrôler l'anesthésie. Si l'on augmente encore la dose de cyclopropane, le diaphragme se paralyse à son tour et c'est l'apnée, le 4^e stade qu'il faut éviter. Ajoutons que le faciès du patient ne donne aucune indication. En effet, grâce à une large oxygénation, le visage ne se cyanose jamais.

D'après ce qui précède on peut dire que le cyclopropane est l'anesthésique qui se rapproche le plus de l'idéal. Sa puissance est grande : au moins égale à celle du chloroforme, de l'éther, du chlorure d'éthyle. Il donne une résolution musculaire parfaite, il ne provoque pas de poussée abdominale. Il est à peu près dépourvu de toxicité. Il permet de donner beaucoup d'oxygène. Il est agréable pour le patient ; l'induction est rapide ainsi que le réveil ; il ne provoque pas de vomissements et n'expose pas aux complications pulmonaires.

Mais il ne faut pas perdre de vue que les avantages du cyclopropane tiennent en partie aux méthodes d'anesthésie modernes. Ces méthodes utiles pour l'emploi des anesthésiques en général, sont absolument nécessaires dans le cas du cyclopropane. Mis dans des mains inexpérimentées, il ne peut que causer de graves accidents.

On a parfois exagéré les avantages du cyclopropane. Même employé avec une technique impeccable, il n'est pas sans présenter quelques inconvénients.

Tout d'abord il a une légère action dépressive sur le cœur. Chez les malades présentant une sérieuse déficience du myocarde, il vaut mieux éviter l'emploi du cyclopropane, surtout si une anesthésie profonde est nécessaire.

Le saignement capillaire est quelquefois assez marqué. C'est une contre-indication relative par exemple dans une thyroïdectomie.

D'autre part nous avons vu que le prix de revient du cyclopropane est élevé. Mais son inconvénient le plus grave est de former avec l'oxygène un mélange explosif. Ajoutons d'ailleurs que ce mélange n'est pas spontanément inflammable. Il n'explose que par le mélange à haute tension des deux gaz, le contact d'une flamme ou d'un corps en incandescence, la production d'un effluve électrique. L'appareil à circuit fermé, étanche et manié correctement, constitue déjà une garantie. On le reliera à la terre et on maintiendra l'humidité à l'intérieur pour éviter la production d'électricité statique par frottement des gaz. Le thermo cautère ne sera employé que lorsqu'on s'en sert plus près du nombril que du masque. Il est préférable d'éviter l'électricité de haute fréquence : rayons X et bistouri électrique.

Si leur emploi était jugé nécessaire, on pourrait y recourir en remplaçant momentanément le cyclopropane par le protoxyde d'azote.

Indications formelles du cyclopropane.

On peut conclure que le cyclopropane a des indications supérieures.

Par l'hypéroxygénation qu'il permet, il se recommande dans les cas suivants :

— L'opération césarienne où il ne provoque pas de paralysie intestinale post anesthésique, et où l'on obtient un nouveau né facile à ranimer.

— La chirurgie des malades atteints d'affections pulmonaires.

— La chirurgie du poumon.

— En cas de guerre, la chirurgie des gazés et en particulier des vésiqués.

Le cyclopropane est également très indiqués :

— chez les hépatiques, par sa faible toxicité pour le foie ;

— chez les diabétiques, à cause de son action minime sur la réserve alcaline et sur la glycémie.

Appareils.

Nous ne reviendrons pas sur les avantages des appareils à circuit fermé. Pour l'emploi du cyclopropane, ils sont absolument nécessaires. En effet ce gaz exige un dosage physiologique exact ; en outre, son prix élevé et son inflammabilité contre-indiquent son rejet à l'extérieur.

Ces appareils sont assez nombreux ; comme type, nous allons décrire brièvement l'appareil de Forreger utilisé dans le service de M. le Professeur agrégé Lardennois. Il a été présenté à la Société française d'anesthésie et d'analgésie par MM. Le Mée et Sanders en août 1935.

Le masque, en matière transparente, comporte un dispositif de coaptation parfaite. Un réservoir en métal renferme suffisamment de chaux sodée pour neutraliser l'acide carbonique durant 6 à 10 heures.

Ses débinètres sont constitués par des manomètres à eau très précis.

Le caractère essentiel c'est que chaque gaz aboutit à une chambre à eau commune et marque, sur son manomètre individuel, son débit par minute.

Le seul inconvénient de cet appareil est de n'être pas transportable.

Pour ses déplacements le Dr Sanders utilise un autre appareil de Forreger : le Midget. Il diffère du précédent par la présence de 3 décimètres (O , C^3H^6 , NO^2) et par l'emploi du dispositif « to and fro », pour la fixation de l'acide carbonique.

Technique.

L'importance de la préparation du patient est mise en évidence par l'exemple suivant. Le Dr Sanders a anesthésié deux fois un malade à quelques semaines d'intervalle. La première fois, on n'avait pu donner la prémédication que 1/4 d'heure avant l'anesthésie : le malade a poussé un peu. La 2^e fois, la préparation fut faite correctement ; on a obtenu une anesthésie parfaite.

En pratique, le Dr Sanders voit son malade 2 jours avant l'opération. S'il le juge utile, une heure avant l'anesthésie il pratique une injection de Sédol ; pour la dose à employer, il divise les malades en 3 catégories :

Classe A. — Poids inférieur à la normale. Malade septique ou anémique. Plus de 60 ans.

Classe B. — Poids normal. Constitution moyenne. Moins de 60 ans.

Classe C. — Poids supérieur à la normale. Physique athlétique ou massif. Moins de 60 ans.

Les doses employées sont :

Classe A : 3/4 de ctgr de Sédol.

Classe B : 1 ctgr de Sédol.

Classe C : 1 ctgr 1/2 de Sédol.

Chez un malade bien préparé, il est rare de noter une élévation de la tension systolique et par suite un abondant saignement capillaire.

La technique de l'anesthésie proprement dite peut se résumer ainsi :

Au début on donne de l'oxygène pur pour habituer le malade au masque. Puis on introduit le cyclopropane à un débit de 600 à 700 cm³ à la minute. On l'arrête complètement après un temps variant de 1/2 à 2 ou 3 minutes. L'effet narcotique s'établit en quelques minutes. On continue à donner de l'oxygène à un débit régulier variant de 250 à 500 cm³ suivant les sujets.

Si la narcose est insuffisante on rend une quantité convenable d'anesthésique. Si, au contraire, la narcose paraît trop poussée, si l'on constate un 1^{er} degré de choc, on augmente le débit d'oxygène.

La dose du cyclopropane donnée au début, sera

renouvelée dans les opérations longues en se basant sur l'observation des signes physiques. A la fin de l'anesthésie, on introduit progressivement de l'air dans l'appareil pour éviter au patient le brusque changement de concentration d'oxygène.

SUITES ANESTHÉSQUES

Dans la morbidité post-opératoire, il est difficile de faire exactement la part de l'anesthésique quel qu'il soit.

Dans le cas du cyclopropane, un document intéressant est constitué par les statistiques de Schmidt et Waters.

Elles sont basées sur 2.200 cas d'anesthésies au cyclopropane et 2.200 cas d'anesthésies par d'autres agents (éther, NO², éthylène), réalisées exactement dans les mêmes conditions.

Voici les deux tableaux les plus caractéristiques :

Complications pulmonaires :

	Cyclopropane	Autres anesthésiques
	—	—
Broncho-pneumonie	0,26 %	0,64 %
Atelectasie	0,18 —	0,58 —
Laryngite	2,10 —	5,13 —
Toux légère	4,00 —	3,60 —
Toux sévère	0,72 —	1,90 —
Iloquet	0,31 —	0,45 —
Divers	0,31 —	0,62 —

Complications cardiaques :

	Cyclopropane	Autres anesthésiques
	—	—
Tachycardie	4,60 %	4,10 %
Bradycardie	0,45 —	0,27 —
Sévère chute de tension....	5,20 —	3,30 —
Shock	0,54 —	0,13 —
Fibrillation	0,09 —	0,09 —
Blocage cardiaque	0,04 —	0,04 —
Divers	0,48 —	0,39 —

OBSERVATIONS

Pour terminer nous allons citer quelques observations d'anesthésies pratiquées par le docteur M. B. Sanders dans le service de M. le professeur agrégé Lardennois.

OBSERVATION N° I

Femme de 45 ans. Cholécystectomie ayant duré 1 h. 1/4; nombreuses adhérences, pas de shock.

Tension : au début 13 1/2-8 1/2 ; à la fin 12-8.

Le pouls était à 90 au début; en 10 minutes il tombe à 72 et y reste jusqu'à la fin.

La fréquence de la respiration a varié entre 20 et 24.

La malade s'est réveillée en 15 minutes et a présenté deux légers vomissements.

OBSERVATION N° II

Homme de 47 ans.

Première anesthésie : Laparotomie exploratrice au cours de laquelle on découvre un néo du colon ; anus iliaque gauche. L'opération a duré 65 minutes.

Tension : au début 14-9, à la fin 12-8.

Le pouls de 60 au début monte à 72 à la fin.

La respiration a varié entre 20 et 30.

Réveil rapide.

Deuxième anesthésie : 18 jours plus tard, on procède à l'ablation du néo et à l'anastomose intestinale.

L'opération dure deux heures.

La tension de 12-8 au début, est tombée à 10 1/2-7 1/2 à la fin.

Le pouls passe de 72 à 84.

La respiration s'est maintenue à 20.

Rien à signaler dans les suites opératoires.

OBSERVATION N° III

Femme de 68 ans. Occlusion intestinale : entéroanastomose. Durée de l'opération : 70 minutes.

Tension : au début 14-9 1/2; à la fin 12-9 1/2.

Le pouls, de 80 au début, monte à 92 à la fin.

La respiration s'est maintenue à 20.

OBSERVATION N° IV

Jeune fille de 17 ans. Lobectomie pulmonaire gauche. Durée de l'opération : 1 h. 1/2.

Tension : au début 13-8. Au moment de l'ouverture de la plèvre elle tombe à 10 (max.). Elle remonte en 10 minutes, puis redescend lentement; à la fin elle est : 10-6.

Le pouls, à 120 au début, s'est ralenti pendant la première demi-heure; puis il est remonté pour atteindre 130 à la fin.

La respiration a varié entre 20 et 40.

OBSERVATION N° V

Femme de 62 ans. Laparotomie exploratrice; adhérences multiples. Gastroentérostomose. Durée de l'opération : 1 h. 50'.

Tension : au début 12-8, à la fin 11-7 1/2.

Pouls : au début 80, à la fin 74.

La malade a présenté une période d'apnée de 2 minutes ; la respiration de 20 au début est passée à 24 à la fin.

OBSERVATION N° VI

Homme de 41 ans.

Première anesthésie :

Laparatomie exploratrice; ulcère duodénal : gastro-entérostomose.

Durée : 1 h. 45.

Tension : au début 12 1/2-6 1/2, à la fin 11-6.

Pouls : au début 80, à la fin 90.

Respiration entre 20 et 24.

Malade très fort, a poussé un peu vers la fin. La prémédication au Sédol avait été faite 15 minutes avant l'anesthésie.

Deuxième anesthésie : 15 jours plus tard.

Durée : 1 h. 1/2.

Tension : au début 12-8, à la fin 11 1/2-7 1/2.

Pouls : au début 72, à la fin 88.

Respiration : est restée à 20.

Le Sédol avait été injecté 1 heure avant l'opération ; le malade n'a pas poussé.

OBSERVATION N° VII

Femme de 45 ans.

Hystérectomie pour fibrome.

Durée : 1 h. 3/4.

Tension : au début 14-9, à la fin 12-8.

Pouls : au début 80, à la fin 110.

La respiration a varié entre 20 et 30.

OBSERVATION N° VIII

Femme de 28 ans.

Césarienne abdominale.

Durée : 1 h. 1/2.

Tension : au début 14-9, à la fin 11-7.

Pouls : — 80, — 110.

La respiration a varié entre 20 et 30.

L'enfant est né le teint coloré; il a crié de suite sans manœuvre.

OBSERVATION N° IX

Femme de 70 ans.

Laparotomie exploratrice pour occlusion par hernie étranglée.

Durée : 50 minutes.

Tension : au début 11-7, à la fin 10-6.

Pouls : — 100, — 90.

Respiration : entre 20 et 24.

OBSERVATION N° X

Femme de 50 ans.

Laparotomie exploratrice : extériorisation d'une tumeur de l'intestin.

Durée : 1 h. 1/2.

Tension : au début 13-8, à la fin 13-8.

Pouls : — 90, — 82.

Respiration : entre 16 et 20.

OBSERVATION N° XI

Femme de 44 ans.

Cholécystectomie pour calcul.

Durée : 1 h. 1/2.

Tension : au début 14-9, à la fin 13-8 1/2.

Pouls : — 80, — 88.

SHOCK ANESTHÉSQUES

Dans 21 cas d'anesthésie au cyclopropane chez des malades âgés de plus de 55 ans, avec des durées supérieures à une heure, on ne relève que 5 cas de premier degré de shock et aucun de degré supérieur.

Dans 6 autres cas, où il s'agissait de malades de plus de 70 ans, où l'opération avait duré entre 25 et 80 minutes, on n'a observé aucun degré de shock.

CONCLUSIONS

1) Le cyclopropane est certainement l'anesthésique actuellement employé qui se rapproche le plus de l'idéal.

Il est doué d'une grande puissance, agit rapidement, permet une haute concentration en oxygène. Sa toxicité est très faible ; il donne une résolution musculaire parfaite. C'est un anesthésique agréable pour le patient et pour le chirurgien.

2) Le cyclopropane présente toutefois des inconvénients. Il a une légère action dépressive sur le cœur ; son prix est élevé. Il forme avec l'oxygène un mélange explosif qui ne permet l'emploi des rayons X, du bistouri électrique et du thermo-cautère que sous certaines réserves.

3) Le cyclopropane doit être administré par un anesthésiste de métier ayant l'expérience de l'anesthésie par les gaz. Il exige des appareils spéciaux : appareils à circuit fermé comportant un dispositif d'absorption de gaz carbonique et des débitmètres précis.

4) L'anesthésie au cyclopropane possède des indications supérieures. Les principales sont :

- La chirurgie des diabétiques ;
- La chirurgie des hépatiques ;
- La chirurgie des pulmonaires et en particulier des gazés vésiqués ;
- La chirurgie du poumon ;
- L'opération césarienne.

5) Il est désirable de voir se généraliser en France les nouvelles méthodes d'anesthésie par inhalation. Ce progrès comporte la création d'un corps d'anesthésistes, médecins spécialisés.

Vu : le Doyen de la Faculté,
TIFFENEAU.

Vu : le Président de thèse,
MATHIEU.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,
ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

L. G. AMIOT. — L'anesthésie par le cyclopropane. *Anesthésie et Analgésie*, avril 1937.

BOURNE. — Le cyclopropane en obstétrique, *The Lancet*, 20 juillet 1934.

H. CHASSIN. — Contribution à l'étude de l'anesthésie générale. Thèse Paris, 1918.

DUQUENOIS. — L'anesthésie générale par les carbures alicycliques. *Journal de Pharmacie et de Chimie* ; 16 janv. 1937.

EVERSOLE et OVERHOLT. — Le cyclopropane en chirurgie thoracique. *Journ. thor. Surg.* ; juin 1936.

GALASSO. — La plus sûre anesthésie avec l'anesthésique le plus sûr. *An. et An.* ; janvier 1936.

GRIFFITH. — Compte rendu de 350 anesthésies au cyclopropane. *Canada Méd. An.* ; avril 1934.

— Anesthésie au cyclopropane. *Anesthésie and Analgésie* ; nov. 1935.

— Le cyclopropane nouvel anesthésique sensationnel. *Montréal Méd. Chir. Soc.* ; nov. 1936.

GRIGNARD. — Précis de chimie organique.

GUÉDEL. — Inhalation anesthésia.

HENDERSON et LUCAS. — Un nouveau gaz anesthésique : le cyclopropane. *Canada Méd. Ass.*; 1929.

— Effet du cyclopropane sur le métabolisme. *Archives internationales de Pharm. et de Th.*; 1930.

HENDERSON et JOHNSTON. — *Journal Pharmac.*; 1937.

JOURDAN. — La chirurgie au-delà des frontières. *L'Hôp.*, avril 1936.

KILLIAN. — Un nouvel anesthésique très puissant. *Zentr. f. chir.*; juillet 1936.

— in : Narkose.

KNIGHT. — Anesthésie au cyclopropane en obstétrique. * Current Researches, in *Anesth. and Anal.*; 1936.

R. MONOD et H. ARNAL. — De l'importance du besoin d'oxygène et d'un dosage précis de CO² au cours des anesthésies par inhalation.

NEFF et STILES. — Indications du cycl. chez les diabétiques. *Canada M. J.*; juillet 1936.

— Compte rendu clinique préliminaire sur l'anesthésie au cycl. *An. et An.*; mars 1934.

ROBOTHAM, CHESTER, PHILIPS, JARMAN et VAILE. — Anesthésie au cycl.; article basé sur 250 cas. *The Lancet*, 16 nov. 1935.

ROVENSTINE. — Le cyclopropane en chir. thorac. *An. et An.*; décembre 1935.

SABOURIN. — L'anesthésie au cyclopropane. *Gaz. Méd. de France*; 1^{er} février 1937.

— L'anesthésie au cyclopropane. Thèse Paris, 1937.

M. B. SANDERS. — Compte rendu non publié de 125 anesthésies à l'hôpital Laennec (1936).

— L'organisation d'un service d'anesthésie dans un hôpital des Etats-Unis. *Anesthésie et Analg.*; juin 1936.

M. B. SANDERS et M. ISELIN. — L'oxygénothérapie moderne par inhalation. *Anest. et analg.*; juin 1936.

M. B. SANDERS et J. M. LE MÉE. — Appareil à anesthésie générale en circuit fermé. *Anest. et analg.*; avril 1935.

SCHMIDT et WATERS. — Morbidité post-anesthésique basée sur 2.200 cas. *An. et An.*; janv. 1935.

SIKES. — Anesthésie au cyclop. *Brit. Méd. Journ.*; nov. 1934.

SISE, WOODBRIDGE et EVERSOLE. — Le cyclopropane, nouveau gaz anesthésique. *New-England Méd. Journ.*, 213; 303-308.

TIFFENEAU. — Récentes acquisitions dans le domaine de l'anesthésie. *Syntèse*, 1936.

WATERS et SCHMIDT. — Anesth. au cyclo. *J. A. M. A.*, sept 1934.

WATHER. — Technique de l'absorption du CO². *Ann of Surg.*; juin 1936.

